

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

MENU

SEARCH

INDEX

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 05074963

(43) Date of publication of application: 26. 03. 1993

(51) Int. Cl.

H01L 21/90  
H01L 21/285  
H01L 21/285

(21) Application number:  
03245673

(71) Applicant:

mitsubishi electric corp

(22) Date of filing: 25. 09. 1991 (72) Inventor:

ADACHI HIROSHI  
ADACHI ETSUSHI  
MINAMI SHINTAROU  
KOTANI HIDEO  
HAYASHIDE YOSHIO  
TSUTSUMI TOSHIAKI  
MATSUURA MASAZUMI  
ISHII ATSUSHI

(30) Priority

Priority number: 03163956 Priority date: 06. 06. 1991 Priority country: JP

03165631

05. 07. 1991

JP

03175417

16. 07. 1991

JP

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

## (57) Abstract:

PURPOSE: To obtain substantially uniform insulating film between wiring layers 1 heights of protrusions corresponding to patterns of first wiring formed on an insulating film having a groove wider than that of the groove of the pattern of  
CONSTITUTION: An insulating film is buried in a height higher than an Al pattern become first wiring, heights of protrusions to be formed corresponding to the pattern equalized, an insulating film, in which a groove interposed to be held between interval between the patterns 1, is formed as a first layer insulating film 3, 4 is continuously formed of an insulating film having high fluidity. Thus, the groove interposed to be held between the protrusions of the film 3, and for the protrusions. Thus, a substantially uniform insulting film between wiring la

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C) ; 1998 Japanese Patent Office

**MENU**

**SEARCH**

**INDEX**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-74963

(43)公開日 平成5年(1993)3月26日

(51)Int.Cl. <sup>3</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/90	S	7353-4M		
21/285	C	7738-4M		
	3 0 1 R	7738-4M		

審査請求 未請求 請求項の数4(全 14 頁)

(21)出願番号 特願平3-245673

(22)出願日 平成3年(1991)9月25日

(31)優先権主張番号 特願平3-163956

(32)優先日 平3(1991)6月6日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(31)優先権主張番号 特願平3-165631

(32)優先日 平3(1991)7月5日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(31)優先権主張番号 特願平3-175417

(32)優先日 平3(1991)7月16日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 足達 廣士

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機  
株式会社生産技術研究所内

(72)発明者 足立 悦志

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機  
株式会社生産技術研究所内

(72)発明者 南 伸太郎

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機  
株式会社生産技術研究所内

(74)代理人 弁理士 高田 守 (外1名)

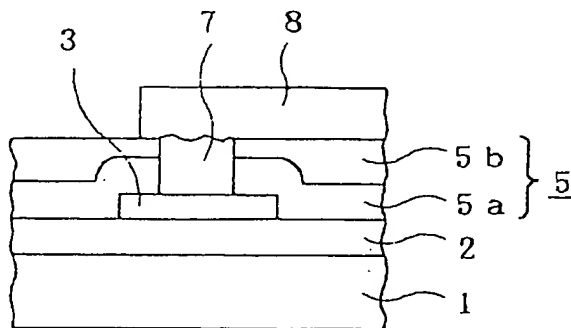
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 第1、第2金属配線をコンタクトするタングステンをCVD法により上記両配線間の層間絶縁膜に開けられた孔に埋め込み形成する際に、いかなる条件下でも層間絶縁膜上には成長せず、コンタクト孔にのみタングステンを埋め込み、そのため電気抵抗が低いタングステンのCVD条件を選ぶことができる、信頼性が高く、生産性の良い半導体装置及びその製造方法を得る。

【構成】 第1、第2の金属配線層3、8間に介在する層間絶縁膜の少なくとも最上層5bをシリコンラダーポリマーの硬化膜とする。また、層間絶縁膜のマスク材9としてシリコンラダーポリマー膜を用いてタングステンをCVD法により孔に埋め込む。



8 : 第2の金属配線

1

## 【特許請求の範囲】

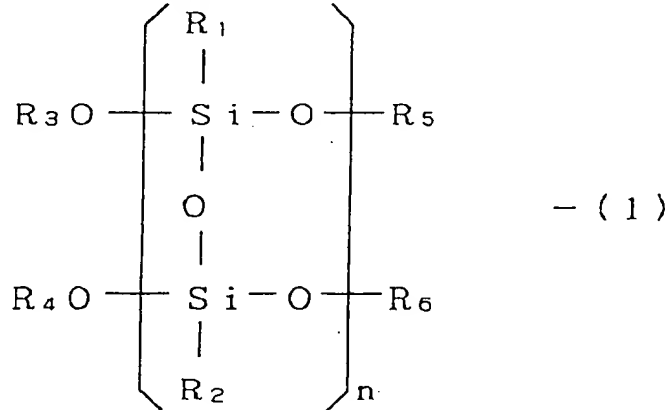
【請求項1】 素子が形成された半導体基板、この半導体基板上に形成された絶縁膜、この絶縁膜上に形成される第1、第2の金属配線、この第1、第2の金属配線間に介在して形成される層間絶縁膜、及びCVD法によって上記層間絶縁膜に開けられたコンタクト孔中に埋め込んで形成され、上記第1、第2の金属配線同士を電氣的\*

2

\*に接続する金属層を備える半導体装置において、上記層間絶縁膜の少なくとも最上層部が樹脂膜からなることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 樹脂膜は下記化学式(1)で示されるシリコンラダーポリマーの硬化膜であることを特徴とする請求項第1項記載の半導体装置。

【化1】



式中、 $R_1$ 、 $R_2$ はフェニル基、低級アルキル基、または感光基、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ は水素原子、低級アルキル基、または感光基、 $n$ は20～1000の整数を示す。

【請求項3】 シリコンラダーポリマーの硬化膜は光重合性を有するものであることを特徴とする請求項第1項または第2項記載の半導体装置。

【請求項4】 素子が形成された半導体基板に絶縁膜を形成する工程、この絶縁膜上に第1の金属配線を形成する工程、この第1の金属配線の上に層間絶縁膜を形成する工程、この層間絶縁膜に開けられたコンタクト孔にCVD法により金属を埋め込み上記第1の金属配線と電氣的に接続する金属層を形成する工程、及び上記金属層と電氣的に接続する第2の金属配線を形成する工程を施す半導体装置の製造方法において、上記化学式(1)で示されるシリコンラダーポリマー膜をマスク材としてCVD法によって上記金属を上記孔に埋め込むようにしたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体装置に関するものであり、特にコンタクト孔を介した配線の形成が容易である層間絶縁膜を有する半導体装置、及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 LSIの高集積化、微細化に伴い層間配線のためのコンタクト孔の径が小さくなり、配線の段差※50

※被覆が悪く接触抵抗が大きくなるという問題点が生じていた。そのため、従来よりコンタクト孔を金属で埋め込むという方法が採用されている。

【0003】 例えば図23(a)～(f)はそれぞれ従来のコンタクト孔をタングステン(W)で埋め込む場合について工程順に示した断面モデル図である。図において、1は素子が形成された半導体基板、2は絶縁膜であるシリコン酸化膜、3はAl合金、例えばAlSi合金からなる第1の金属配線、4は層間絶縁膜である例えばシリコン酸化膜、6はコンタクト孔を形成するためのマスクとなるフォトリソグراف、7はコンタクト孔に埋め込まれた金属層で、例えばタングステン、8はコンタクト孔を介して配線される第2の金属配線であり、Al合金、例えばAlSi合金からなる。

【0004】 次に製造方法について説明する。まず、図23(a)に示すように半導体基板1上に絶縁膜であるシリコン酸化膜2をCVD法により形成し、更にこの上にAl合金例えばAlSi合金からなる第1の金属配線3を、スパッタリング及びフォトリソグラフィ技術で作製する。なお、ここではこの第1の金属配線3に接続されるべきトランジスタ等の能動素子については、簡単のため省略している。

【0005】 次に、層間絶縁膜であるシリコン酸化膜4

3

をCVD法によってシリコン酸化膜2及び第1の金属配線3上に形成する(図23(b))。更にその後フォトリソグリス6を形成し、露光、現像によってコンタクト孔部分のシリコン酸化膜4を暴露させる(図23(c))。次に、シリコン酸化膜4のエッチング、フォトリソグリス6の除去を行い、コンタクト孔を形成する(図23(d))。

【0006】次に、金属弗化物、例えばWF<sub>6</sub>を原料ガスとして含むCVD法により金属層であるタングステン7を形成し、コンタクト孔を埋め込む(図23(e))。この時にCVD法の条件を適当に選べばタングステン7は第1の金属配線3上のみ形成され、埋め込みは自己整合的に行われる。例えば原材料ガスとしてWF<sub>6</sub>とSiH<sub>4</sub>を含有するものを用いてそれぞれの分圧を数mTorrとし、流量比をSiH<sub>4</sub>/WF<sub>6</sub><0.6とし、形成温度を約300℃とすればよい。

【0007】最後に、タングステン7とコンタクトをとるように、AlSi合金からなる第2の金属配線8を、スパッタリング及びフォトリソグラフィ技術で作製する。これにより第1の金属配線3と第2の金属配線8は、層間をシリコン酸化膜4に開けられたコンタクト孔中の金属層(タングステン7)を介して導通する(図23(f))。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来の半導体装置は以上のように構成されており、層間絶縁膜にCVD法によるシリコン酸化膜が用いられている。ところで、コンタクト孔の埋め込み金属であるタングステンをCVD法によって形成するとき、成長速度が下地材料に依存する事が知られている。例えば、刊行物(NIKKEI MICRODEVICES 1991年2月号48頁)に示されるように、タングステンの成長は下地材料が金属の方が絶縁物より成長しやすい。即ち、電気陰性度が小さく、電子を与え易い材料ほどタングステンは成長しやすい。

【0009】また、絶縁膜としてよく用いられるシリコン酸化膜4の種類によってもタングステン7の成長速度が異なることもわかっており、タングステンCVD法ではシリコンの熱酸化による膜が最も成長しにくく、プラズマCVD膜上には成長しやすい。従って、層間絶縁膜にシリコンの熱酸化膜を用いると良いようであるが、第1の金属配線の耐熱性に制限を受けるため、層間絶縁膜には従来、上述したCVD法によるシリコン酸化膜が用いられてきた。

4

【0010】そこで例えば、刊行物(J. Electrochem. Soc. : SOLID-STATE SCIENCE AND TECHNOLOGY Vol. 133, No. 6, June 1986)に示されているように、CVD法による層間絶縁膜にリンをドーピングすることにより、シリコン酸化膜(層間絶縁膜)上にタングステンが成長しないようにする方法が考えられている。ところが、リンを多くドーピングするほど膜の耐湿性が低下し、半導体装置の信頼性が低くなる。

10 【0011】また、CVD法によるシリコン酸化膜を用いた場合、コンタクト孔にタングステン5をCVD法により形成するとき、第1の金属配線3上のみ形成できるプロセス条件が極めて少なく、多くの条件下では、層間絶縁膜上にもタングステンが析出する。この析出したタングステンは、配線間ショートを引き起こし、半導体装置としての機能を破壊する問題があった。そしてまた、析出したタングステンを除去するためには、全面エッチバックを行う必要があり、工程が複雑になり、その際、コンタクト孔に埋め込まれたタングステンも膜減りする

20 という問題もあった。

【0012】本発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、例えばタングステン7をCVD法により形成するとき、いかなる条件下でも層間絶縁膜上には成長せず、コンタクト孔にのみタングステンを埋め込むことができ、その結果、電気抵抗が低いタングステンのCVD条件を選ぶことができ、また、層間絶縁膜上にタングステンが析出せず、エッチバックする必要がない半導体装置及びその製造方法を得ることを目的とする。

30 【0013】而して、本発明者等は鋭意研究の結果、樹脂膜上にはタングステンの核が成長しないことを見だし本発明を完成するに至った。即ち、プラズマCVD膜は組成が化学量論比よりずれ、不対電子が表面に存在し、これに核が成長すると考えた。従って組成が化学量論比であり、不対電子が存在しない樹脂膜をマスク材として用いる方法を研究し、本発明を完成するに至った。

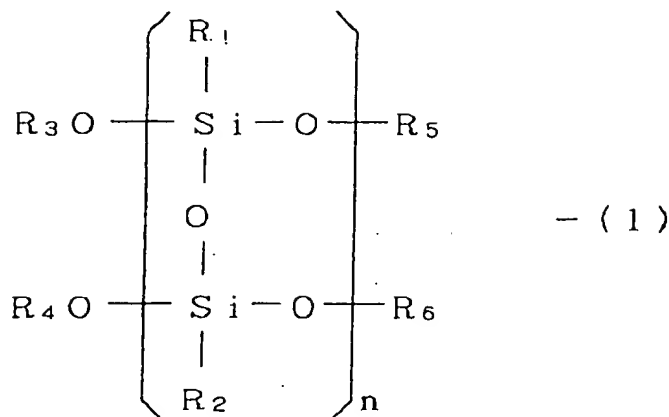
【0014】

【課題を解決するための手段】本発明に係る半導体装置は、第1、第2の金属配線間に介在する層間絶縁膜の少なくとも最上層部が樹脂膜からなるものである。

【0015】また、樹脂膜には下記化学式(1)で示されるシリコーンラダーポリマーの硬化膜を用いる。

【0016】

(化2)



（式中、 $R_1$ 、 $R_2$ はフェニル基、低級アルキル基、または感光基、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ は水素原子、低級アルキル基、または感光基、 $n$ は20～1000の整数を示す。）

【0017】さらに、シリコンラダーポリマーの硬化膜として光重合性のシリコンラダーポリマーの硬化膜を用いる。

【0018】そして、本発明の半導体の製造方法は、上記化学式(1)で示されるシリコンラダーポリマー膜をマスク材としてCVD法によって層間絶縁膜に開けられたコンタクト孔に金属を埋め込むことによって金属層を形成するものである。

【0019】

【作用】本発明では、層間絶縁膜の少なくとも最上層に樹脂膜を用いたので、層間絶縁膜中に開けたコンタクト孔内に選択的にタングステンなどの金属層を形成する場合、層間絶縁膜のシリコン酸化膜や窒化膜上に直接形成する場合と比較して選択性が大幅に向上する。従って、シリコン酸化膜や窒化膜を層間絶縁膜として用いた場合に選択性が失われるような形成条件下でも層間絶縁膜上には全く成長せず、コンタクト孔にのみタングステンなどの金属膜を埋め込むことができる。従って、電気抵抗が低いタングステンのCVD条件を選ぶことができる。また、層間絶縁膜上にタングステン等の金属が析出しないので、エッチバックする必要もない。

【0020】また、シリコンラダーポリマー膜は平坦性が良好であるので、そのシリコンラダーポリマー膜の上には断線に対して耐性のある金属配線層を形成できる。

【0021】さらに、光重合性のシリコンラダーポリマー膜を用いたので、フォトリジストが不要となり、その分製造工程を削減できる。

【0022】そして、マスク材として上記化学式(1)に示したシリコンラダーポリマー膜を用い、層間絶縁

膜を被ったので、タングステンをCVD法により形成するとき、いかなる条件下でも層間絶縁膜上には全く成長せず、コンタクト孔にのみタングステンを埋め込むことができる。従って、電気抵抗が低いタングステンのCVD条件を選ぶことができる。また、層間絶縁膜上にタングステンが析出しないので、エッチバックする必要もない。

【0023】

【実施例】実施例1. 図1～図6はそれぞれ、本発明の第1の実施例の半導体装置、その製造方法の一例を工程順に示す断面モデル図である。各図において、1～3, 6～8は従来の場合と同一のものである。5は層間絶縁膜で、この場合はシリコン酸化膜5aとシリコン酸化膜5a上に形成された樹脂膜のポリイミド膜5bの二層膜からなる。

【0024】次に製造方法について説明する。まず、シリコン酸化膜5aを形成するところまでは従来の場合と同様であり、半導体基板1上にシリコン酸化膜2を形成し、この上に第1の金属配線3を作成した後、シリコン酸化膜5aをCVD法等によりシリコン酸化膜2及び第1の金属配線3上に形成する。(図1)。

【0025】次に、シリコン酸化膜5a上に高耐熱ポリマーとして電子デバイス用に市販されているポリイミド樹脂を(日立化成(株):PIQ, 0.8μm)回転塗布し、150℃で30分、350℃で60分間熱処理してポリイミド樹脂膜5bを形成する(図2)。次に従来と同様にしてフォトリジスト6を塗布してコンタクト孔に合わせてパターン形成した(図3)。そしてヒドラジンを用いて、ポリイミド樹脂膜に所定のパターンを形成した。それから従来と同様にしてシリコン酸化膜5bをエ

30

40

50

7

ッチングし、次いでレジスト6を酸素プラズマで除去する(図4)。この時PIQもいく分エッチングされるので初期の膜厚を厚くした。その後、従来と同様にしてWF6を含む原料ガスを用いたCVD法によりタングステン7を形成した。このとき、いかなるCVD条件においても第1の金属配線3上のみタングステンが形成され、ポリイミド膜5b上には全く成長しなかった(図5)。さらに、従来の場合と同様に、タングステン7とコンタクトをとるようにAlSi合金からなる第2の金属配線8を、スパッタリング、およびフォトリソグラフィ技術で作製した(図6)。

【0026】このように、この実施例の半導体装置では、層間絶縁膜5の最上層にポリイミド膜5bを用いたので、コンタクト孔内にタングステンを埋め込む際はいかなるCVD条件においても、層間絶縁膜上、即ちポリイミド膜5b上にタングステン7は成長せず、コンタクト孔にのみタングステン7を埋め込むことができる。従って、タングステン形成時のCVD条件の選択の自由度が向上し、例えば電気抵抗が低いタングステンのCVD条件を選ぶことができ、その結果安定でかつ低いコンタクト抵抗を示す半導体装置を得ることができる。また、層間絶縁膜5上に金属、タングステン7が析出しないので、配線間ショートを引き起こすことがない。また析出した金属、タングステン7をエッチバックする必要もな\*

8

\*いので、コストの低減が図れる。

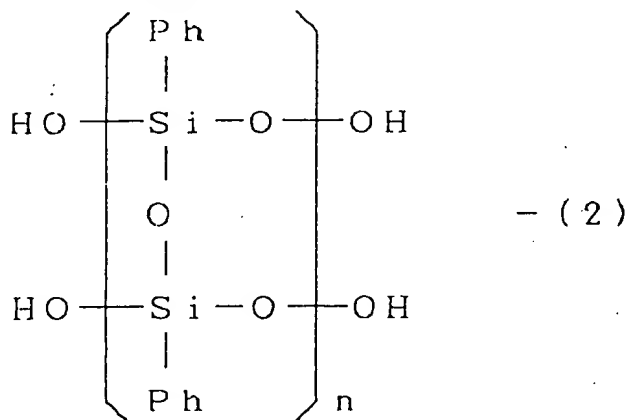
【0027】実施例2. ポリイミド樹脂の代わりに、フッ素系樹脂(旭硝子(株): サイトップ, 0.6 μm)を用い、層間絶縁膜の上層としてフッ素系樹脂膜を形成した。この樹脂膜5bをCF4でエッチングした以外は実施例1と同様にして、タングステンを成膜した。この時いかなる条件においても第1の金属配線3上にもタングステンが形成され、サイトップ膜5b上には全く成長しなかった。

10 【0028】実施例3. ポリイミド樹脂の代わりに、シクロブテン樹脂(DOWCHEMICAL社: BCB, 0.6 μm)を用い、層間絶縁膜の上層としてシクロブテン樹脂膜を形成した。この樹脂膜5bをO2/SF6でエッチングした以外は実施例1と同様にして、タングステンを成膜した。この時いかなる条件においても第1の金属配線3上にもタングステンが形成され、シクロブテン膜5b上には全く成長しなかった。

20 【0029】実施例4. ポリイミド樹脂の代わりに、層間絶縁膜の上層として下記化学式(2)で示されるシリコーンラダーポリマーの硬化膜を用いた場合について説明する。

【0030】

【化3】



（式中、Phはフェニル基であり、nは20～1000の整数を示す。）

【0031】実施例1と同様にしてシリコン酸化膜5aまで形成する(図1)。次に、シリコン酸化膜5a上に、上記化学式(2)で示される重量平均分子量が10万であるシリコーンラダーポリマーのアニソール溶液(5重量%の濃度に調整されている)を回転塗布し、0.2 μmのシリコーンラダーポリマー膜を形成する。次に、150℃で30分間と350℃で60分間の熱処理を行い熱硬化させ、シリコーンラダーポリマー膜5bとする(図2)。なお、化学式(2)に示す末端に水酸※50

※基を有するシリコーンラダーポリマーは、特開平1-92224号公報に開示された方法によって作られたものである。

【0032】次に上記実施例と同様にしてフォトリソレジスト6をコンタクト孔にあわせてパターン形成し(図3)、従来と同様のシリコン酸化膜5aをエッチングする方法で、例えば、CHF<sub>3</sub>と酸素の混合ガスのプラズマエッチングによりコンタクト孔を形成する。このときシリコン酸化膜5aとシリコーンラダーポリマー膜5b



との2層からなる層間絶縁膜5を1つのエッチングプロセスによって同時に開孔することができる(図4)。その後、実施例1と同様にして、 $WF_6$ を含む原料ガスを用いたCVD法によりタングステン7をコンタクト孔に埋め込む。このとき、いかなるCVD条件においても第1の金属配線3上のみにタングステン7が形成され、シリコンラダーポリマー膜5b上には全く成長しなかった(図5)。さらに、同様に、タングステン7とコンタクトをとるようにAlSi合金からなる第2の金属配線8を、スパッタリング、およびフォトリソグラフィ技術で作製した(図6)。

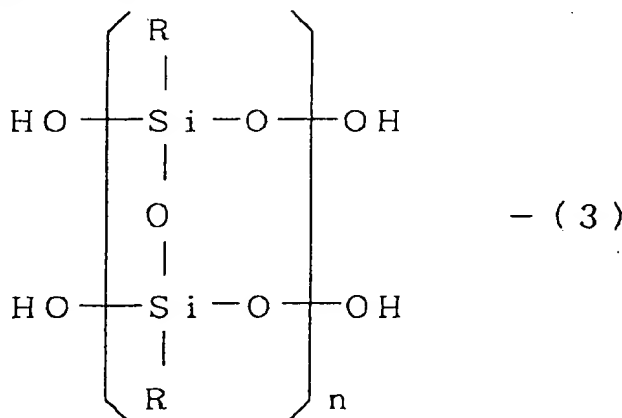
【0033】この実施例においては、シリコンラダーポリマー膜5bを用いたので、上記実施例の効果に加え、コンタクト孔を形成する時にシリコン酸化膜5aと同じエッチングプロセスでシリコンラダーポリマー膜5bも同時に開孔でき、製造工程が削減でき、簡略化できる。また、シリコンラダーポリマー膜は、例えばポリイミド樹脂膜に比べ50℃程度耐熱性が優れ、電気特性においても絶縁性が良好で、誘電体損失の比を示す $\tan \delta$ が1桁小さく、内部応力も半分程度と優れている。従って上記実施例より半導体装置としての信頼性も優れている。なお、 $\tan \delta$ とは印加電圧Eをかけたときに流れる交流電流Iのリーク電流成分 $I_z$ と、変位電流 $I_i$ ( $=I-I_z$ )との比である。また、シリコンラダーポリマー膜5bは平坦性が良好であるので、この\*

\*シリコンラダーポリマー膜5bの上に、断線に対して耐性のある第2の金属配線層8を形成することができる。さらに、シリコンラダーポリマー膜5bはシリコンの熱酸化膜よりはるかに穏和な低温条件で形成することができるので、下層の第1の配線3の耐熱性の制限に適うものである。

【0034】実施例5。図7～図12は、それぞれ樹脂膜として光重合性のシリコンラダーポリマー硬化膜を用いた場合の製造方法を工程順に示す断面モデル図である。5cは層間絶縁膜5の上層の樹脂膜で、光重合性のシリコンラダーポリマー膜である。従来例と同様にしてシリコン酸化膜5aまでを形成する(図7)。次に、下記化学式(3)で示される、重量平均分子量が10万であるシリコンラダーポリマーのアニソール溶液(10.0重量%の濃度に調整され、増感剤としてビスアジド化合物を約3%含む)を回転塗布し、1.0 $\mu m$ の光重合性のシリコンラダーポリマー膜5cを形成し、150℃で30分間の熱処理をおこなった(図8)。その後、所定のパターンを有したマスクを通して光を照射し、次いで有機溶剤で未露光部分のシリコンラダーポリマーを除去する(図9)。次いで350℃で熱処理を行う。

【0035】

【化4】



（式中、Rはフェニル基あるいはビニル基で、ビニル基は37.5mol%である。nは重量平均分子量が10万になる整数である。）

【0036】次に従来と同様にシリコン酸化膜5aをエッチングする方法で、所定のパターンを有するシリコンラダーポリマー膜5cをマスクとして、例えばCHF<sub>3</sub>と酸素の混合ガスのプラズマエッチングによりシリコン酸化膜5aにコンタクト孔を形成する(図10)。このときシリコンラダーポリマー膜5cもエッチングさ※50

※れるが、エッチングレイトがシリコン酸化膜5aの1/3以下なので問題はない。その後上記実施例と同様にして、 $WF_6$ を含む原料ガスを用いたCVD法によりタングステン7を形成した。このとき、いかなるCVD条件においても第1の金属配線3上のみにタングステン7が形成され、シリコンラダーポリマー膜5c上には全く

11

成長しなかった(図11)。さらに、同様に、第2の金属配線8を作製し、第1と第2の金属配線3, 8間をコンタクト孔を介して導通させた(図12)。

【0037】この実施例においては、上記実施例の場合のようにフォトリソが不要となり、その分製造工程が削減でき、簡略化できる。

【0038】なお、水酸基を有する光重合性のシリコンラダーポリマーは、以下の方法で合成される。例えば、フェニルトリクロルシラン52.9gとビニルトリクロルシラン24.2gとをメチルイソブチルケトン中10で加水分解を行う。次に発生する酸を水洗により除き中和した後、0.25gの水酸化カリウムを触媒として用い、還流下脱水縮合反応を20時間行う。得られた反\*

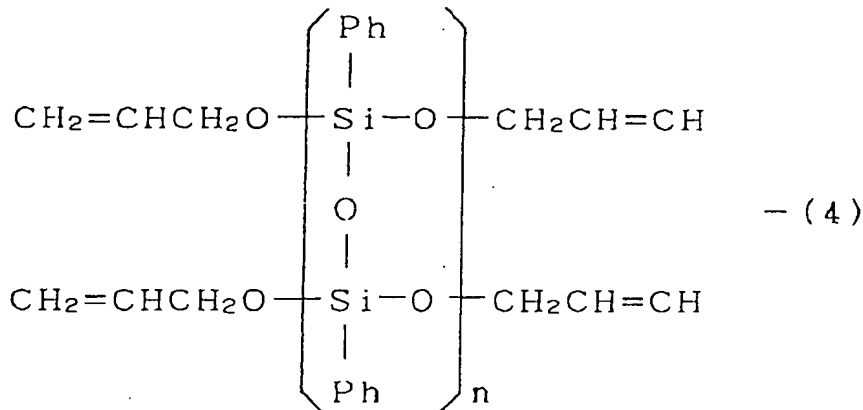
12

\*応物を溶解再沈法で精製する。

【0039】実施例6。光重合性のシリコンラダーポリマーとして下記化学式(4)で示す末端に感光基を有するものを用いた(20.0重量%濃度に調整、増感剤としてビスアジド化合物を約3%含む)以外は実施例5と同様にして、WF<sub>6</sub>を含む原料ガスを用いたCVD法によりタングステン7を形成した。この時、いかなる条件においても第1の金属配線3上のみにタングステンが形成され、シリコンラダーポリマー膜5c上には全く成長しなかった。

【0040】

【化5】



( 式中、Phはフェニル基を示し、nは重量平均分子量が約3000になるような整数を示す。 )

【0041】なお、本実施例で用いられる光重合性のシリコンラダーポリマーは、例えば特公平2-15864号広報に記載されている方法で合成されたものである。

【0042】実施例7。図13は本発明の第2の実施例の半導体装置を示す断面モデル図である。第1の実施例では層間絶縁膜5としてシリコン酸化膜5aとシリコンラダーポリマー膜等の樹脂膜5b, 5cとの2層膜からなるものについて示したが、この第2の実施例では層間絶縁膜5をシリコンラダーポリマー膜等の樹脂膜5b, 5cのみで形成している。40

【0043】以下、この第2の実施例の製造方法についてシリコンラダーポリマー膜を例に説明する。第1の金属配線3を形成するところまでは上記実施例と同様である。次に、第1の金属配線3上に、上記化学式(2)で示されるシリコンラダーポリマー溶液(15重量%の濃度に調整されている)を回転塗布し、1μmの膜を形成し、その後、実施例4と同様の熱処理を行い、シリコンラダーポリマー膜5bとする。

【0044】次に上記実施例と同様にしてコンタクト孔※50

※を形成し、WF<sub>6</sub>を含む原料ガスを用いたCVD法によりタングステン7をコンタクト孔に埋め込んだ。このとき上記実施例と同様、いかなるCVD条件においても第1の金属配線3上のみにタングステン7が形成され、シリコンラダーポリマー膜5b上には全く成長しなかった。さらに、同様に、第2の金属配線8を形成し、層間をコンタクト孔(タングステン7)を介して導通させた。このような第2の実施例においても、第1の実施例と同様の効果を示した。

【0045】実施例8。第1の金属配線3上に実施例5と同様の化学式(3)で示される光重合性のシリコンラダーポリマー溶液(15重量%の濃度に調整され、増感剤としてビスアジド化合物を約3%含む)を回転塗布し、1.5μmの膜を形成し、光重合性のシリコンラダーポリマー膜5c単層からなる層間絶縁膜を形成した。次に実施例5と同様にして、シリコンラダーポリマー膜5cに所定のパターンを形成する。そして、WF<sub>6</sub>を含む原料ガスを用いたCVD法によりタングステン7をコンタクト孔に埋め込んだ。この場合も上記実施例と同様、いかなるCVD条件においても第1の金属配線

13

3上のみにタングステン7が形成され、シリコンラダーポリマー膜5c上には全く成長しなかった。さらに、同様に、第2の金属配線8を形成し、層間をコンタクト孔(タングステン7)を介して導通させた。

【0046】実施例9. 図14(a)~(c)はそれぞれ本発明の第3の実施例に係わる半導体装置の製造方法を工程順に示す断面モデル図である。5b'は膜5bの表面をタングステン7が突出するようにエッチングしたシリコンラダーポリマー膜である。次に、第3の実施例の製造方法について説明する。タングステン7をコンタクト孔に埋め込むところまで(図14(a))は、第1の実施例と同様である。次にシリコンラダーポリマー膜5bを、例えばコンタクト孔を開孔するときと同じエッチング条件で表面をエッチングし、シリコンラダーポリマー膜5bの膜厚を減らす(シリコンラダーポリマー膜5b')。これによりタングステン7はシリコンラダーポリマー膜5b'より突出した形となる(図14(b))。次に第2の金属配線8をスパッタリング、およびフォトリソグラフィ技術で作製する(図14(c))。

【0047】このように第3の実施例では、上述の第1、第2の実施例と同様の効果があるとともに、タングステン7が第2の金属配線8に入り込んだ構造であるため、タングステン7と第2の金属配線8との接続を完全にでき、タングステン7と第2の金属配線8との接触表面積が増えることで抵抗が下がり、より信頼性のある配線層を持つ半導体装置を得ることができる。

【0048】実施例10. 図15~図21はそれぞれ、本発明の半導体装置の製造方法の一実施例を工程順に示す断面モデル図である。各図において、従来と同一符号は同一のものである。9はマスク材のシリコンラダーポリマー膜である。

【0049】従来の場合と同様にしてシリコン酸化膜4まで形成した(図15)。次に、上記化学式(2)で示される、重量平均分子量が10万であるシリコンラダーポリマーのアニソール溶液(5重量%の濃度に調整された)を回転塗布し、0.2μmのシリコンラダーポリマー膜9を形成し、150℃で30分間と350℃で60分間の熱処理を行い熱硬化させた(図16)。

【0050】次に従来と同様にしてフォトレジスト6をコンタクト孔にあわせてパターン形成し(図17)、従来と同様にフォトレジスト6を除去し、シリコン酸化膜4をエッチングする方法で、たとえば、CHF<sub>3</sub>と酸素の混合ガスのプラズマエッチングによりコンタクト孔を形成する。このとき絶縁膜4とシリコンラダーポリマー膜9の2層を1つのエッチングプロセスによって同時開孔することができる(図18)。その後、従来と同様にして、例えば、WF<sub>6</sub>を含む原料ガスをを用いたCVD法によりタングステン7をシリコン酸化膜4の高さと同じになるように形成した。このとき、いかなるCVD条件においても第1の金属配線3上のみにタングステン7

14

が形成され、シリコンラダーポリマー膜9上には全く成長しなかった(図19)。次に従来技術と同様にし、シリコン酸化膜4をエッチングする方法で、たとえば、CHF<sub>3</sub>と酸素の混合ガスのプラズマエッチングによりシリコンラダーポリマー膜9を除去した(図20)。さらに、従来の場合と同様に、タングステン7とコンタクトをとるようにAlSi合金からなる第2の金属配線8を、スパッタリング、及びフォトリソグラフィ技術で作製した(図21)。

【0051】この実施例の製造方法においても、マスク材としてシリコンラダーポリマー膜9を用い、シリコン酸化膜4を被ったので、タングステン7をCVD法により形成するとき、いかなる条件下でもコンタクト孔にのみタングステンを埋め込むことができ、電気抵抗が低いタングステンのCVD条件を選ぶことができる。また、層間絶縁膜上にタングステンが析出しないので、エッチバックする必要もない等、上記実施例と同様の効果を奏する。

【0052】実施例11. 本発明の製造方法の他の実施例を図22(a)(b)を用いて説明する。シリコン酸化膜4上にシリコンラダーポリマー膜8を形成した後コンタクト孔を形成するところまでは上記実施例10と全く同様である。実施例10ではタングステン7をシリコン酸化膜4と同じ高さになるように形成したが、この実施例では、シリコンラダーポリマー膜9と同じ高さになるように形成した。このとき、いかなるCVD条件においても第1の金属配線3上のみにタングステン7が形成され、シリコンラダーポリマー膜9上には全く成長しなかった。さらに、実施例10と同様にシリコンラダーポリマー膜9を図22(a)のように除去した後、図22(b)のように実施例10と同様に第2の金属配線8を形成し、層間をコンタクト孔(タングステン7)を介して導通させた。

【0053】この実施例では、タングステン7を層間絶縁膜4より突出させて形成したので、実施例10の効果に加えて第2の金属配線8とタングステン7とのコンタクトがより確実となる効果がある。

【0054】実施例12. 本発明の実施例12を図15~図21を参考にして説明する。図15に示すようにシリコン酸化膜4を形成するまでは上記実施例の場合と全く同様である。次に上記化学式(3)で示される、重量平均分子量が10万であるシリコンラダーポリマーのアニソール溶液(5重量%の濃度に調整された)を回転塗布し、マスク材として0.2μmのシリコンラダーポリマー膜9を形成した。次に、150℃で30分間乾燥を行った(図16)。次に実施例10と同様にしてフォトレジスト7をコンタクト孔にあわせてパターン形成し(図17)、フォトレジスト7を除去し、シリコン酸化膜4をエッチングする方法で、例えば、CHF<sub>3</sub>と酸素の混合ガスのプラズマエッチングによりコンタクト孔

15

を形成する。このとき絶縁膜4とシリコンラダーポリマー膜9の2層を1つのエッチングプロセスによって同時開孔することができる(図18)。同様に、WF<sub>6</sub>を含む原料ガスを用いたCVD法によりタングステン7を層間絶縁膜4の高さと同じになるように形成した。このとき、いかなるCVD条件においても第1の金属配線3上のみにタングステンが形成され、シリコンラダーポリマー膜9上には全く成長しなかった(図19)。次に従来技術と同様に、例えば、アニソールを用いてウェットエッチングによりシリコンラダーポリマー膜9を除去した(図20)。さらに、従来の場合と同様に、タングステン7とコンタクトをとるようにAlSi合金からなる第2の金属配線8を、スパッタリング、およびフォトリソグラフィ技術で作製した(図21)。

【0055】この実施例では、シリコンラダーポリマーの回転塗布膜9として未硬化膜を用いたので、実施例10の効果に加えてウェットエッチングによりシリコンラダーポリマー膜9を簡単に除去できる効果がある。

【0056】実施例13。本発明の実施例13を図15～図21を参考にして説明する。図15に示すようにシリコン酸化膜4を形成するのは実施例10の場合と全く同様である。次に上記化学式(1)で示され末端に感光基を有する、重量平均分子量が10万であるシリコンラダーポリマーのアニソール溶液(5重量%の濃度に調整された)を回転塗布し、マスク材として0.2μmの光重合性のシリコンラダーポリマー膜9を形成した後、150℃で30分間乾燥を行った(図16)。次にシリコンラダーポリマー膜9をコンタクト孔にあわせてパターン形成し、実施例10と同様に、シリコン酸化膜4をエッチングする方法で、例えばCHF<sub>3</sub>と酸素の混合ガスのプラズマエッチングによりコンタクト孔を形成した(図18)。次に従来と同様に、例えばWF<sub>6</sub>を含む原料ガスを用いたCVD法によりタングステン7をシリコン酸化膜4の高さと同じになるように形成した。このとき、いかなるCVD条件においても第1の金属配線3上のみにタングステンが形成され、シリコンラダーポリマー膜9上には全く成長しなかった(図19)。さらに、実施例10と同様にシリコンラダーポリマー膜9を図20のように除去し、タングステン7とコンタクトをとるように第2の金属配線8を作製した(図21)。

【0057】この実施例では、光重合性のシリコンラダーポリマー膜を用いたので、実施例10の効果に加えて、フォトリソが不要となり、製造工程を削減できる効果がある。

【0058】比較例1。本発明では、マスク材として層間絶縁膜4の最上層にシリコンラダーポリマー膜9を形成して用いたが、レジスト等の有機物を層間絶縁膜4の最上層に適用した例を示し、問題点を実施例と比較して述べる。まず、耐熱性は本発明に用いたポリマーに比

16

べ、非常に劣る。従って、プロセスにおいて特にコンタクト孔を形成するとき大きな問題が生じる。つまり、CVD法により第1と第2の金属配線3、8をコンタクトさせる金属層7を形成するときに、大きな問題が生じる。即ちCVD法によるコンタクト孔の埋め込みは約300℃という温度で行われるため、レジスト等の非耐熱性の有機物では揮発や熱分解によりCVD装置のチャンバー内やデバイス自体が汚染される。

【0059】本発明に係わる樹脂膜としては、不純物イオン濃度が低く高純度であり、かつ製造プロセス上の熱処理温度に耐える耐熱性を有していれば、どのような樹脂でもよく、シリコンラダーポリマー、ポリイミド樹脂、フッ素系樹脂、シクロブテン樹脂などが用いられる。

【0060】シリコンラダーポリマー膜としては、上記実施例では上記化学式(2)で示されるシリコンラダーポリマーを用いたが、上記化学式(1)に示される、例えばポリフェニルシルセスキオキサン、ポリフェニルメチルシルセスキオキサン、ポリビニルシルセスキオキサン、ポリアリールシルセスキオキサン等のうちの少なくとも1種が用いられる。

【0061】また、光重合性のシリコンラダーポリマーとしては、上記実施例では上記化学式(3)(4)で示されるシリコンラダーポリマーを用いたが、上記化学式(1)で示される、例えばポリフェニルビニルシルセスキオキサン、ポリメチルビニルシルセスキオキサン、ポリイソブチルビニルシルセスキオキサン、及びポリフェニルアリールシルセスキオキサン、ポリメチルアリールシルセスキオキサン、ポリイソブチルアリールシルセスキオキサンなどのうちの少なくとも1種が用いられるが、これらに限定されるものではなく、感光性でさえあればよい。

【0062】ポリイミド樹脂膜としては、日立化成(株)より市販されているPIX、PIQなどの樹脂が使用される。フッ素系樹脂膜としては、旭硝子(株)より市販されているサイトップなどの樹脂が使用される。シクロブテン系の樹脂膜としては、DOW CHEMICAL社のBCBなどの樹脂膜が使用される。

【0063】なお、上記実施例では、金属層7、即ちコンタクト孔を埋め込む金属としてタングステンを用いた場合を示したが、これに限るものではなく、モリブデン、チタン、イリジウム、バナジウム、クロム、オスミウム等の他の金属であってもよく、さらにこれらの合金であってもよい。またさらにそれらの珪化物であってもよい。

【0064】また、上記実施例では2層の配線の場合の例を示したが、3層以上の配線の場合にも適用できるのはいうまでもない。

【0065】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、半導体

## 17

基板上に形成される第1、第2の金属配線間に介在して形成される層間絶縁膜の少なくとも最上層部を樹脂膜としたので、上記第1の金属配線と第2の金属配線とをコンタクトさせる金属層をCVD法により形成する際に、いかなる条件下でも層間絶縁膜上には成長せず、層間絶縁膜に開けたコンタクト孔にのみ金属を埋め込むことができ、層間絶縁膜上に金属が析出しないので、配線間ショートを引き起こすことがなく、また電気抵抗が低い金属のCVD条件を選ぶことができるので配線の抵抗が低い高性能の半導体装置が得られる効果がある。エッチバックする必要もなく、コスト低減が図れる。

【0066】また、樹脂膜としてシリコンラダーポリマーの硬化膜を用いたので、この膜は平坦性が良好であるので、その上に形成した第2の金属配線が断線する心配もなく、信頼性の高い半導体装置が得られる。

【0067】さらに、光重合性のシリコンラダーポリマー膜を用いたので、フォトリジストが不要となり、製造工程を削減できる。

【0068】そして、第1と第2の金属配線をコンタクトさせる金属層を、シリコンラダーポリマー膜をマスク材としてCVD法によって金属を層間絶縁膜に開けた孔に埋め込むことによって形成するようにしたので、第1と第2の金属配線をコンタクトさせる金属層をCVD法により形成するとき、コンタクト孔にのみ成長し、シリコンポリマー膜上には全く成長しない。従って、配線の抵抗が低い高性能の半導体装置を製造できる効果がある。また、コンタクト孔部分以外には全く金属が形成しないので、エッチバックにより除去する必要もなく、コストの低減が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の半導体装置、その製造方法の一例の一工程を示す断面モデル図である。

【図2】本発明の第1の実施例の半導体装置、その製造方法の一例の一工程を示す断面モデル図である。

【図3】本発明の第1の実施例の半導体装置、その製造方法の一例の一工程を示す断面モデル図である。

【図4】本発明の第1の実施例の半導体装置、その製造方法の一例の一工程を示す断面モデル図である。

【図5】本発明の第1の実施例の半導体装置、その製造方法の一例の一工程を示す断面モデル図である。

【図6】本発明の第1の実施例の半導体装置、その製造方法の一例の一工程を示す断面モデル図である。

【図7】本発明の第1の実施例の半導体装置、その製造方法の他の例の一工程を示す断面モデル図である。

【図8】本発明の第1の実施例の半導体装置、その製造

## 18

方法の他の例の一工程を示す断面モデル図である。

【図9】本発明の第1の実施例の半導体装置、その製造方法の他の例の一工程を示す断面モデル図である。

【図10】本発明の第1の実施例の半導体装置、その製造方法の他の例の一工程を示す断面モデル図である。

【図11】本発明の第1の実施例の半導体装置、その製造方法の他の例の一工程を示す断面モデル図である。

【図12】本発明の第1の実施例の半導体装置、その製造方法の他の例の一工程を示す断面モデル図である。

【図13】本発明の第2の実施例の半導体装置を示す断面モデル図である。

【図14】本発明の第3の実施例の半導体装置、その製造方法を工程順に示す断面モデル図である。

【図15】本発明の一実施例の半導体装置の製造方法の一工程を示す断面モデル図である。

【図16】本発明の一実施例の半導体装置の製造方法の一工程を示す断面モデル図である。

【図17】本発明の一実施例の半導体装置の製造方法の一工程を示す断面モデル図である。

【図18】本発明の一実施例の半導体装置の製造方法の一工程を示す断面モデル図である。

【図19】本発明の一実施例の半導体装置の製造方法の一工程を示す断面モデル図である。

【図20】本発明の一実施例の半導体装置の製造方法の一工程を示す断面モデル図である。

【図21】本発明の一実施例の半導体装置の製造方法の一工程を示す断面モデル図である。

【図22】本発明の他の実施例の半導体装置の製造方法を工程順に示す断面モデル図である。

【図23】従来の半導体装置の製造方法を工程順に示す断面モデル図である。

【符号の説明】

1 半導体基板

2 絶縁膜であるシリコン酸化膜

3 第1の金属配線

4 層間絶縁膜

5 層間絶縁膜

5a 層間絶縁膜を構成するシリコン酸化膜

5b 層間絶縁膜を構成する樹脂膜

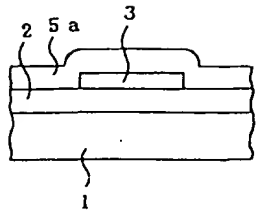
5c 層間絶縁膜を構成する光重合性のシリコンラダーポリマー膜

7 金属層であるタングステン

8 第2の金属配線

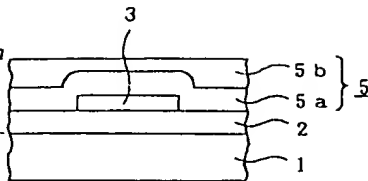
9 マスク材であるシリコンラダーポリマー膜

【図1】



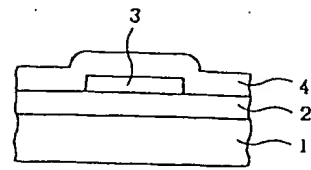
- 1: 半導体基板  
2: 絶縁膜であるシリコン酸化膜  
3: 第一の金属配線  
5a: 層間絶縁膜を構成するシリコン酸化膜

【図2】



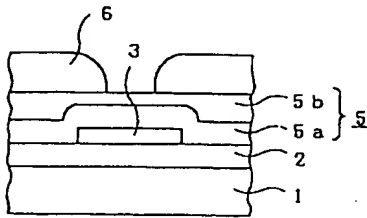
- 5: 層間絶縁膜  
5b: 層間絶縁膜を構成する樹脂膜

【図15】



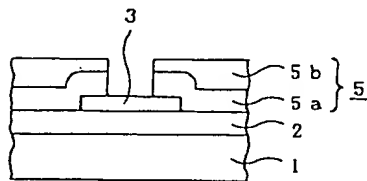
- 4: 層間絶縁膜

【図3】

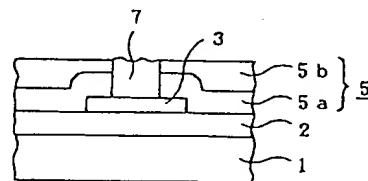


【図6】

【図4】

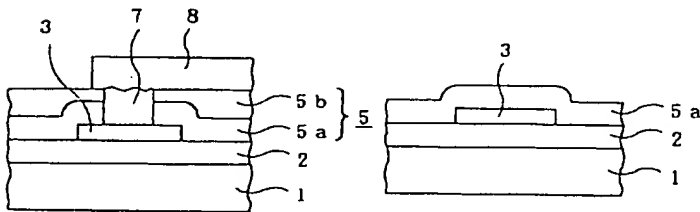


【図5】



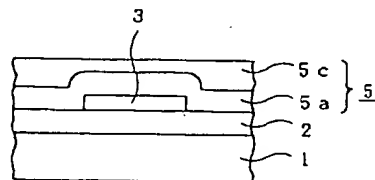
- 7: 金属層のタングステン

【図7】



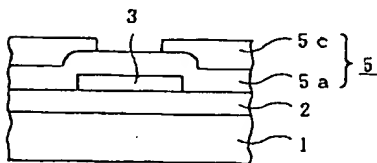
- 8: 第2の金属配線

【図8】



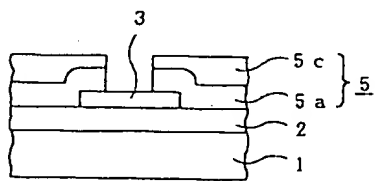
- 5c: 層間絶縁膜を構成する光重合性のシリコンラダーポリマー膜

【図9】

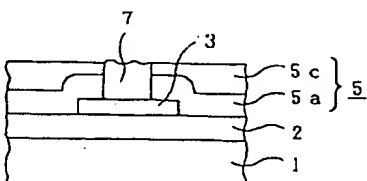


【図12】

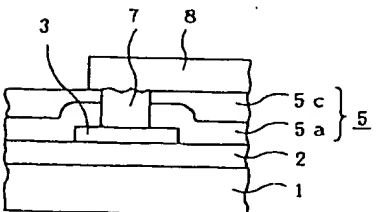
【図10】



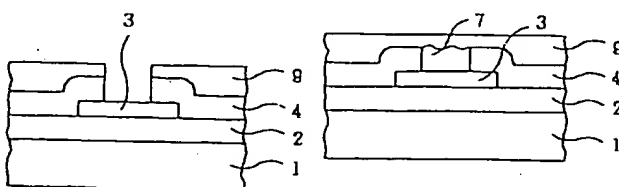
【図11】



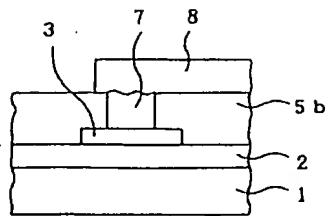
【図18】



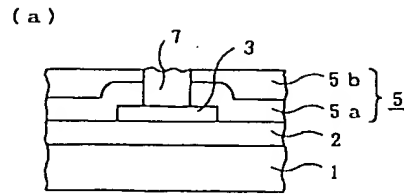
【図19】



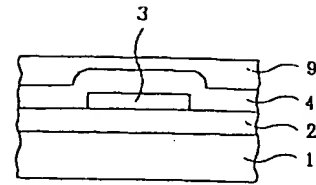
【図13】



【図14】

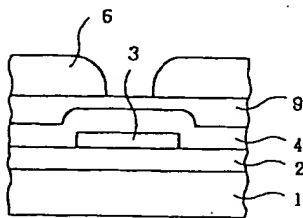


【図16】

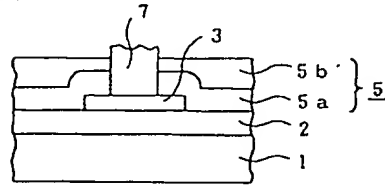


9: マスク材のシリコンラダー  
ポリマー膜

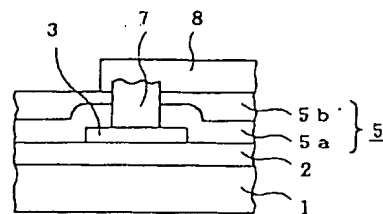
【図17】



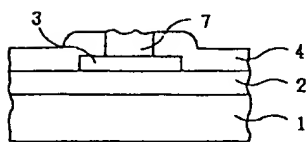
(b)



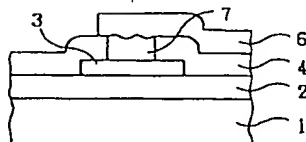
(c)



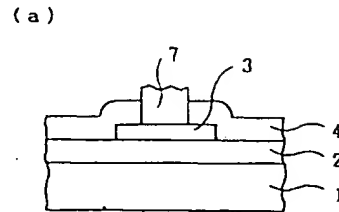
【図20】



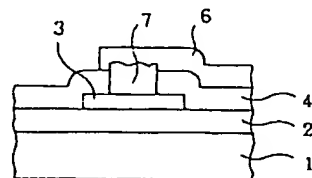
【図21】



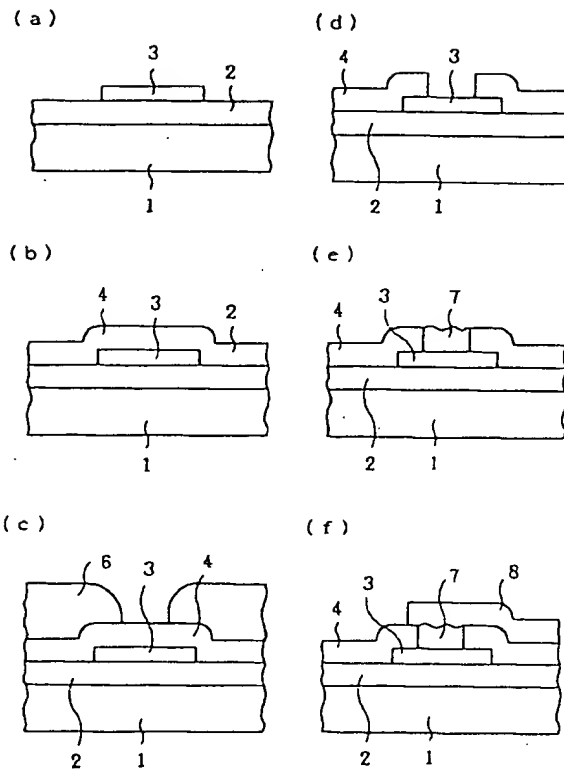
【図22】



(b)



【図23】



【手続補正書】

【提出日】平成3年12月6日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項2

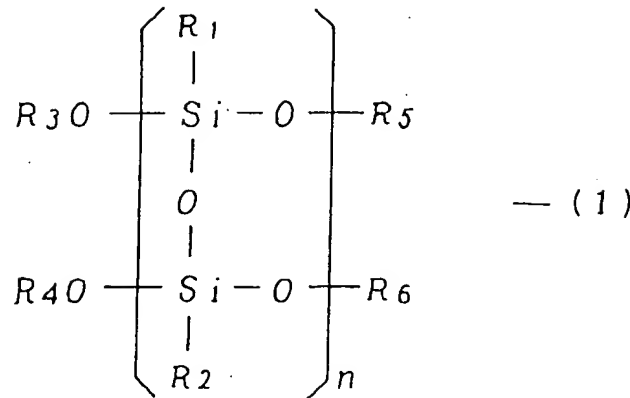
【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項2】樹脂膜は下記化学式（1）で示されるシリコンラダーポリマーであることを特徴とする請求項第1項記載の半導体装置。

【化1】





（式中、 $R_1$ 、 $R_2$ はフェニル基、低級アルキル基、または感光基、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ は水素原子、低級アルキル基、または感光基、 $n$ は20～1000の整数を示す。）

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項3

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項3】シリコンラダーポリマーは光重合性を有するものであることを特徴とする請求項第1項または第2項記載の半導体装置。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】また、樹脂膜には下記化学式（1）で示されるシリコンラダーポリマーを用いる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】さらに、シリコンラダーポリマーとして光重合性のシリコンラダーポリマーを用いる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0066

【補正方法】変更

【補正内容】

【0066】また、樹脂膜としてシリコンラダーポリマーを用いたので、この膜は平坦性が良好であるので、その上に形成した第2の金属配線が断線する心配もなく、信頼性の高い半導体装置が得られる。

フロントページの続き

(72)発明者 小谷 秀夫

伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社  
社エル・エス・アイ研究所内

(72)発明者 林出 吉生

伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社  
社エル・エス・アイ研究所内

(72)発明者 堤 聡明

伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社  
社エル・エス・アイ研究所内

(72)発明者 松浦 正純

伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社  
社エル・エス・アイ研究所内

(72)発明者 石井 敦司

伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社  
社エル・エス・アイ研究所内